
PŘEDNÁŠKY O PŮDĚ

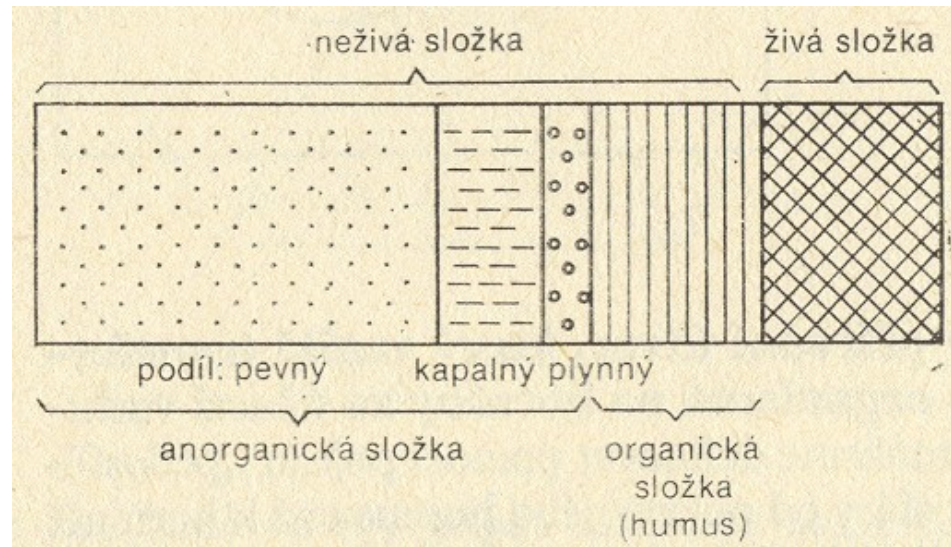
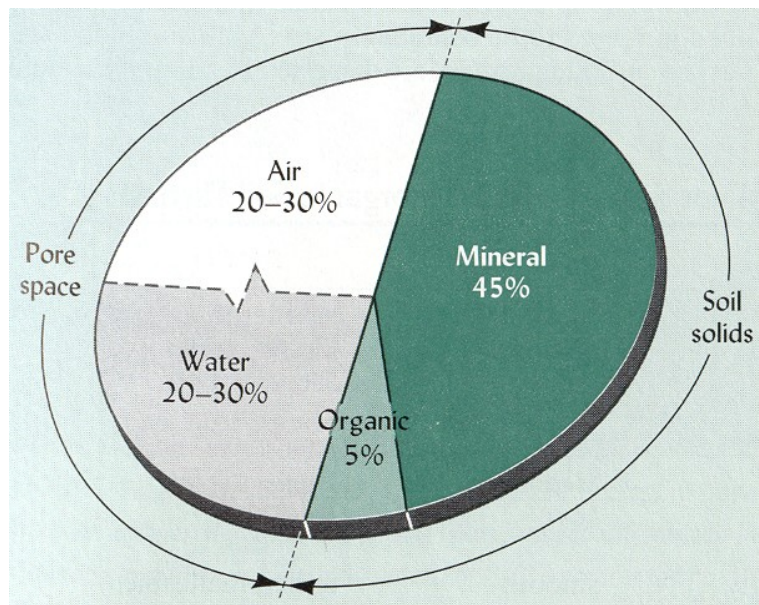
Zdeněk Máčka

Lekce 2

Stavební složky půdy

1. Zastoupení půdních složek

- Půda = disperzní systém pevné, kapalné a plynné fáze.



2. Minerální podíl půdy

- Minerální podíl půdy – tvoří se *zvětráváním*.
- Příroda: 92 chemických prvků, cca 3000 minerálů, desítky druhů hornin.
- Chemizmus zemské kůry (váhová %)

| O | Si | Al | Fe | Ca | Na | K | Mg | ostatní |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 46,6 | 27,7 | 8,1 | 5,0 | 3,7 | 2,8 | 2,6 | 2,1 | 1,4 |

Prvky nezbytné pro růst rostlin

| MAKROELEMENTY | | MIKROELEMENTY |
|--|--|---|
| Zastoupené v relativně velkém množství (>0,1% v sušině) | | Zastoupené v relativně malém množství (<0,1% v sušině) |
| Zdroj: převážně vzduch | Zdroj: převážně minerální podíl půdy | Zdroj: minerální podíl půdy |
| Uhlík (CO ₂) Vodík (H ₂ O) Kyslík (O ₂ , H ₂ O) | Dusík (NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺) Fosfor (H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻) Draslík (K ⁺) Vápník (Ca ²⁺) Hořčík (Mg ²⁺) Síra (SO ₄ ²⁻) | Železo (Fe ²⁺) Mangan (Mn ²⁺) Bór (HBO ₃) Zinek (Zn ²⁺) Měď (Cu ²⁺) Chlór (Cl) Kobalt (Co ²⁺) Molybden (MoO ₄ ²⁻) Nikl (Ni ²⁺) |

Jak si zapamatovat oněch 18 prvků?

C.B. HOPKINS CaFe, Co.

Closed Monday Morning and Night

See You Zoon, the Mg.

Zastoupení horninových typů na zemském povrchu

- Plocha souše = 149 mil. km²; 75% - sedimenty, 25% - vyvřeliny a metamorfity.
- 5 skupin hornin = 90% povrchu souše.

| | |
|---------------------|-----|
| BŘIDLICE | 52% |
| PÍSKOVCE | 15% |
| ŽULY a GRANODIORITY | 15% |
| VÁPENCE a DOLOMITY | 7% |
| BAZALTY | 3% |
| ostatní | 8% |

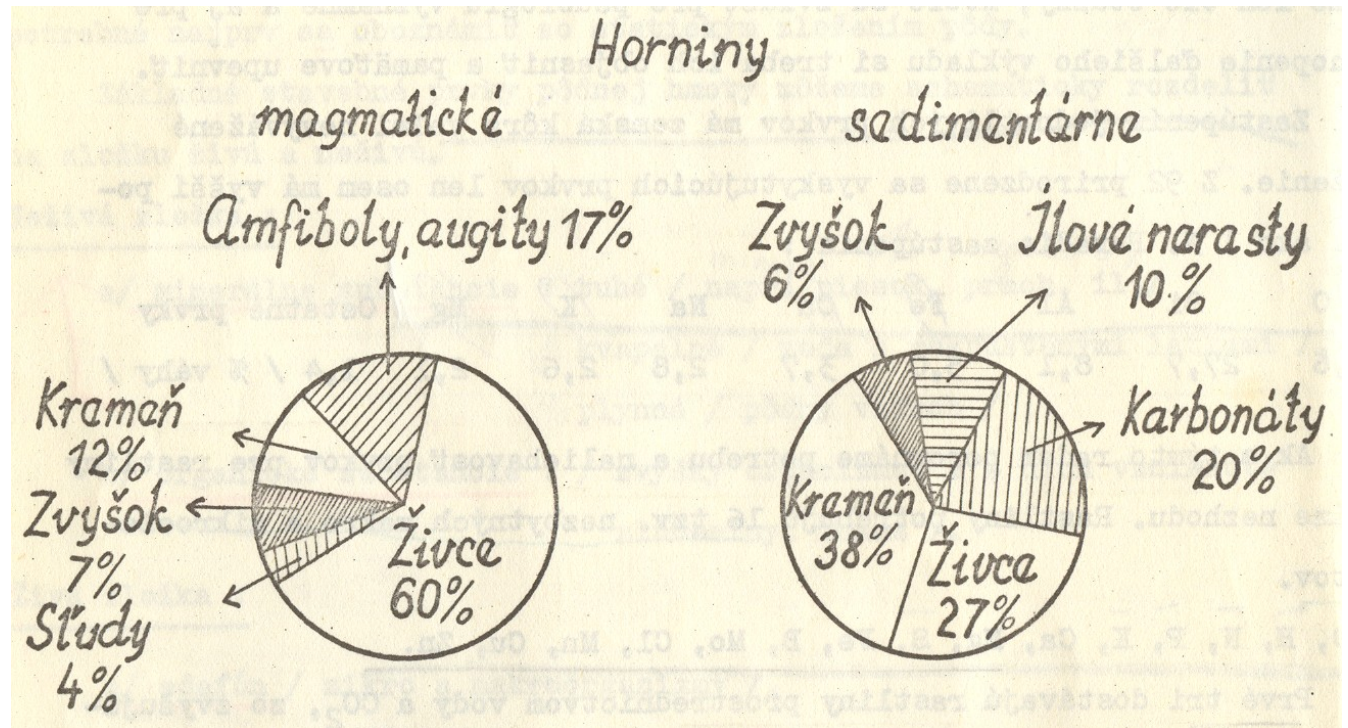
Zastoupení minerálů v horninách zemského povrchu

- Minerály v horninách vystavených zvětrávání na zemském povrchu.

| | |
|-------------------------|-----|
| ŽIVCE | 30% |
| KŘEMEN | 28% |
| JÍLOVÉ MINERÁLY a SLÍDY | 18% |
| KALCIT a DOLOMIT | 9% |
| MINERÁLY s OXIDY Fe | 4% |
| PYROXENY, AMFIBOLY | 1% |
| Ostatní | 10% |

Zastoupení minerálů v horninách - pokračování

- Zastoupení nerostů v horninách (váhová %).



Minerální síla různých matečných hornin

- 15 prvků přijímáno z půdy → pouze 4 prvky v zemské kůře obsah > 1% (K, Ca, Mg, Fe).

| | |
|------------------------------|--|
| Minerálně velmi bohaté půdy | melafyry, čediče a jejich tufy, diabasy, gabra, slíny, slínité vápence |
| Minerálně bohaté půdy | spraše, andezity a jejich tufy a konglomeráty, říční náplavy, amfibolity, vápnité pískovce, písčité slíny, vápence, dolomity |
| Minerálně středně silné půdy | žuly, ruly, granodiority, glaukonitické pískovce, jílovité břidlice, fylity, porfyry, arkózy, sprašové hlíny |
| Minerálně slabé půdy | svory, ryolity, pískovce, váté písky |
| Minerálně chudé půdy | Křemence, buližníky, křemité štěrky, křemenné váté písky |

Zvětrávání

- Způsoby rozpadu hornin:
 - fyzikální (mechanické) zvětrávání
 - biogeochemické zvětrávání

2.1 Fyzikální zvětrávání

- Exfoliace
- Působení teplotních změn
- Růst krystalů solí
- Působení rostlin a živočichů

Následný odnos:

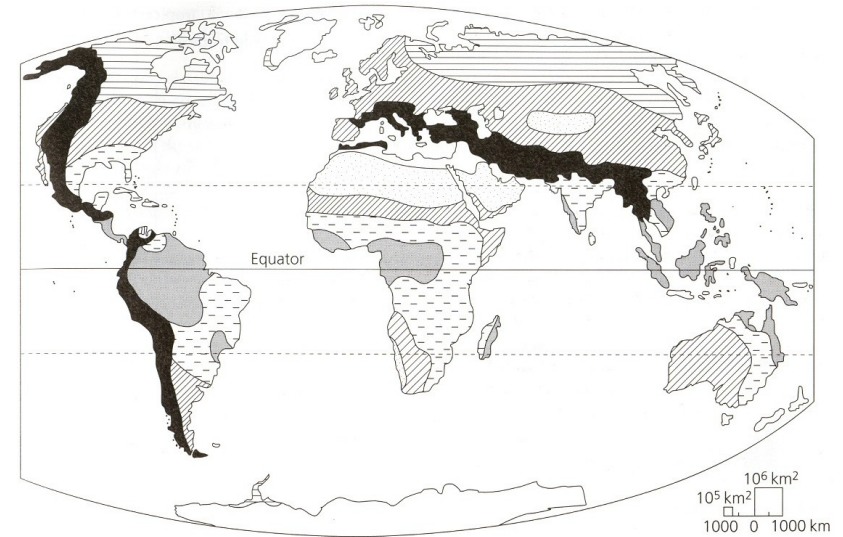
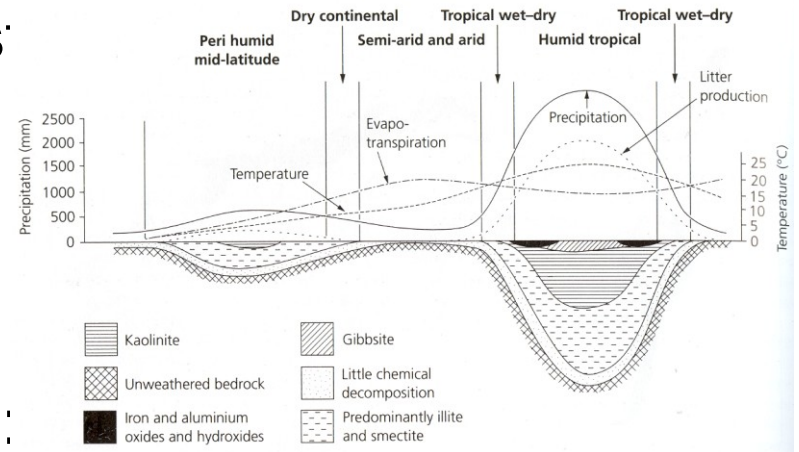
abraze vodou, ledem a větrem

Biogeochemické zvětrávání

- Rozpouštění
 - Hydratace
 - Hydrolýza
 - Působení kyselin
 - Komplexní zvětrávací pochody
-

Faktory podmiňující zvětrávání

- Zvětrávání → zvětralinový plášť (regolith)
- Mocnost regolithu:
 - střední Evropa – dm, max. několik m
 - tropy – běžně 20 m, max. 100 – 300 m
- Faktory ovlivňující charakter zvětrávání a mocnost regolithu:
 - organická aktivita v půdách
 - podnebí
 - nasycení půdního roztoku
 - minerální složení hornin
 - reliéf
 - čas
- Dvě skupiny zvětrávání:
 - sialitické ($\text{Si} - \text{Al}$; $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 2$)
 - alitické (Al ; $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 2$)



Produkty biogeochemického zvětrávání

- Produkty chemického zvětrávání
 - Hydroxidy s obsahem bází (báze: Na, K, Ca, Mg)
 - Hydroxidy železa a hliníku ($\text{Fe}/\text{OH}/_3$, $\text{Al}/\text{OH}/_3$)
 - Soli: karbonáty, sulfáty, chloridy, nitráty, ...
 - Kyselina křemičitá (SiO_2)
 - soli – např. NaSiO_3 , K_2SiO_3
 - gel – $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- Biogeochemické zvětrávání = rozklad + následná syntéza.

Sekundární minerály běžné v půdách

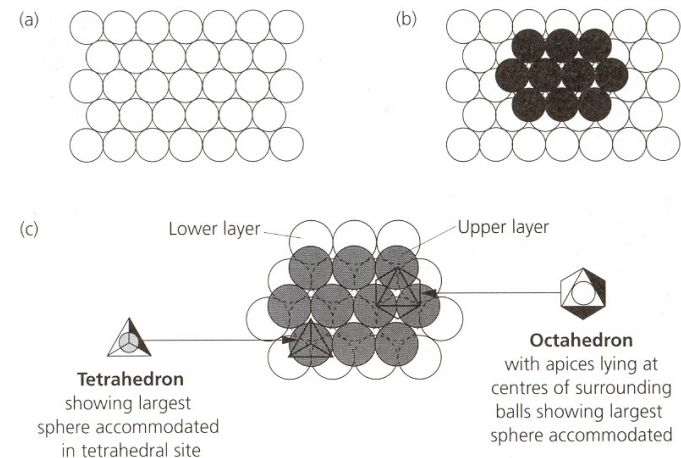
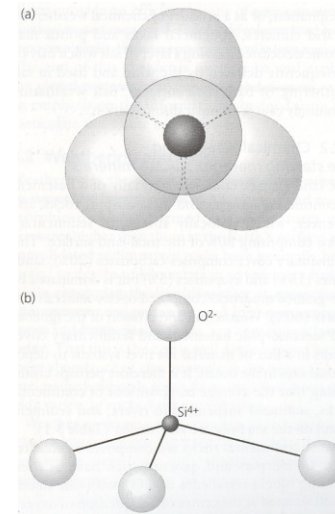
| Minerální skupina | Zástupci běžní v půdě | Složení |
|---------------------------------------|---|--|
| OXIDY a HYDROXIDY | | |
| Oxidy Si | Krystalický křemen, amorfní křemen, opál | SiO ₂ |
| Hydroxidy Al | Gibbsit (bílý, zelenavý, hnědavý) | Al(OH) ₃ |
| Oxidy a hydroxidy Fe | Hematit (krvavě červený) Maghemit (červenohnědý) Goethit (žlutohnědý) Lepidokrokit (červený, červenohnědý) | α-Fe ₂ O ₃ γ-Fe ₂ O ₃ α-FeOOH γ-FeOOH |
| Oxidy Ti a Mn | Anatas | TiO ₂ |
| JÍLOVÉ MINERÁLY (vrstevnaté silikáty) | | |

Jílové minerály

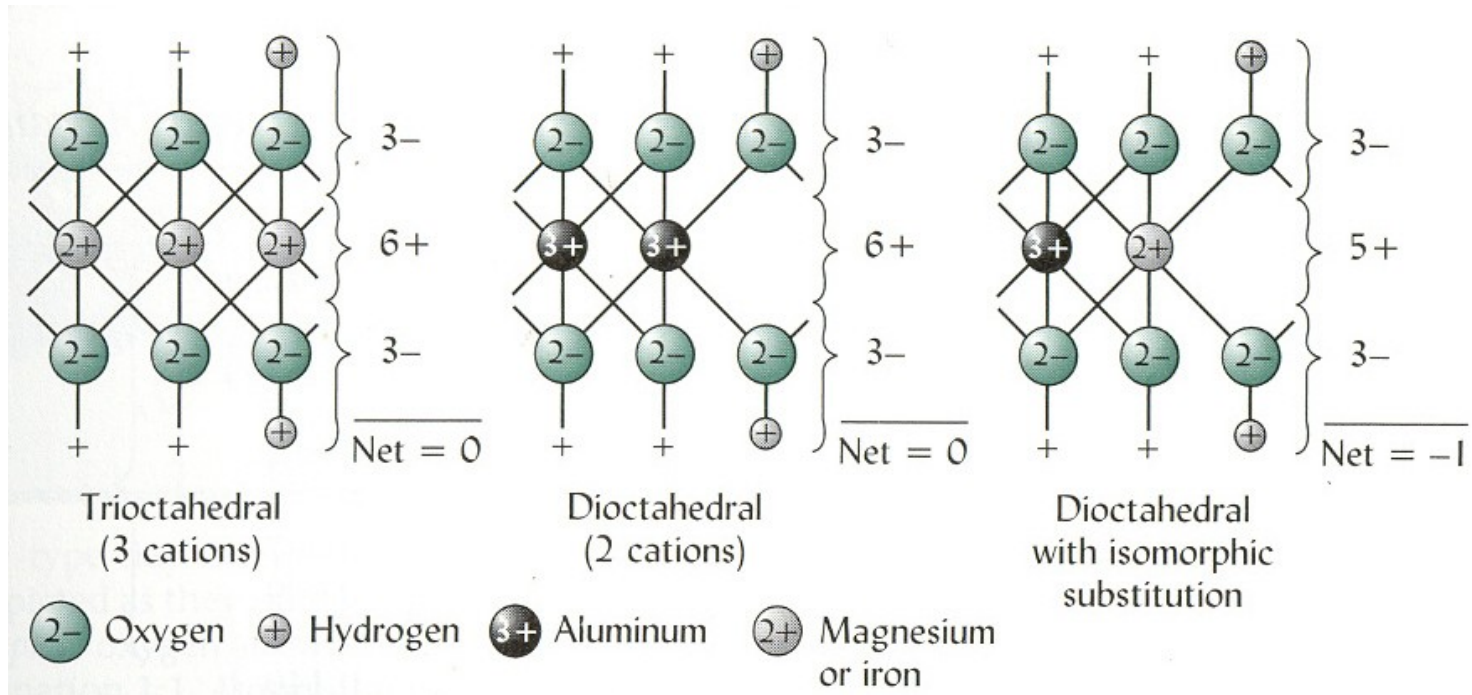
- Různá pojetí jílu:
 - mineralogický jíl = jílové minerály
 - fyzikální jíl = částice < 0,002 mm
- Minerální složení fyzikálního jílu v půdách:
 - 70 – 80% jílové minerály, 10- 15% oxidy a hydroxidy Fe, Al, Si, 7 – 10% primární minerály (živce, křemen, ...), 3 – 5% organické látky.
- Jílové minerály = hydratované, vrstevnaté silikáty; převážně krystalické.

Vnitřní stavba jílových minerálů

- Základní stavební jednotky jílových minerálů:
 - Tetraedry (čtyřstěny – SiO_4)
 - Oktaedry (osmistěny – $\text{Al}_2/\text{OH}/_6$, $\text{Mg}_3/\text{OH}/_6$)

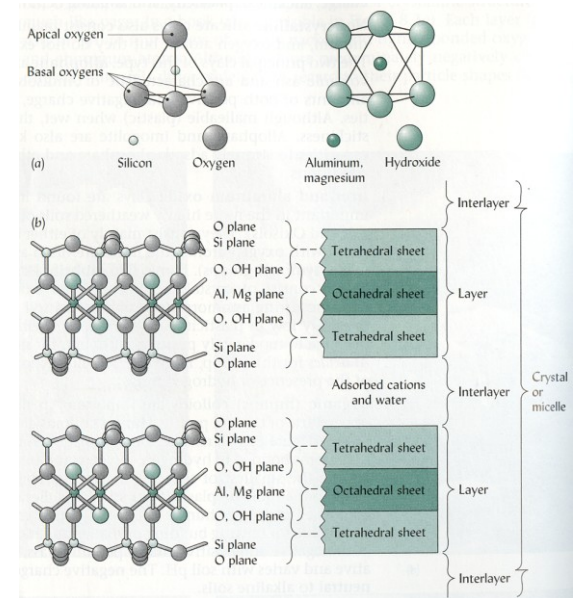
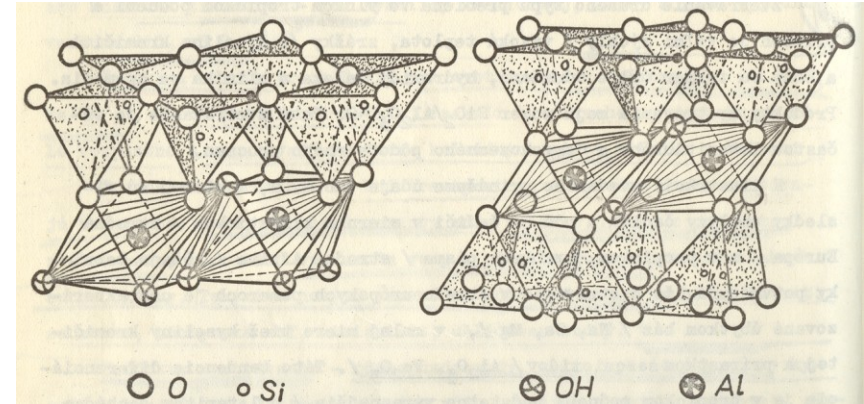


Izomorfní záměna v micelle jílového minerálu



Vnitřní stavba jílových minerálů - pokračování

- 2 VRSTVY (1:1) – 1x vrstva tetraedrů, 1x vrstva oktaedrů
- 3 VRSTVY (2:1) – 2x vrstva tetraedrů, 1x vrstva oktaedrů
- 4 VRSTVY (2:1:1) – 2x vrstva tetraedrů, 1x vrstva oktaedrů, 1x brucitová vrstva: např. chlorit
- ŘETĚZOVÁ MŘÍŽKA: např. palygorskit, sepiolit



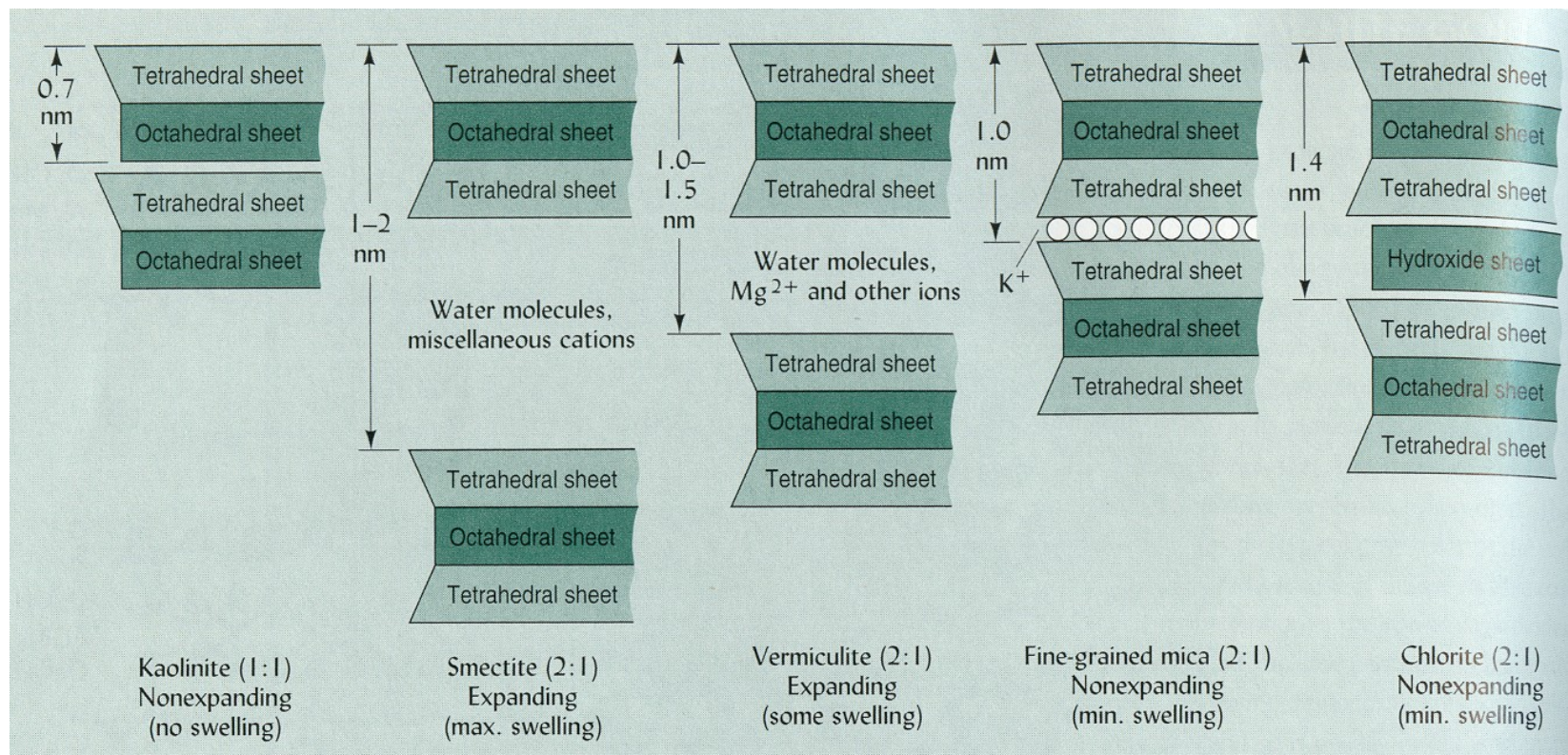
Přehled významných skupin jílových minerálů

- Krystalické jílové minerály
 - Dvojrstevnaté (1:1)
 - Trojvrstevnaté bobtnavé (2:1)
 - Trojvrstevnaté nebobtnavé (2:1)
 - Amorfní jílové minerály
 - Smíšené skupiny
-

Krystalické jílové minerály

- Dvojrstevnaté jílové minerály (1:1)
 - Kaolinitová skupina
 - kaolinit ($\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}/\text{OH}/_8$)
 - halloyzit ($\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}/\text{OH}/_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)
- Trojrstevnaté bobtnavé jílové minerály (2:1)
 - Smektitová skupina
 - montmorillonit
 - beidelit
 - nontronit
 - saponit
 - Vermikulitová skupina
- Trojrstevnaté nebobtnavé jílové minerály (2:1)
 - Illitová skupina (slídy)
 - illit
 - glaukonit
 - Chlority

Krystalické jílové minerály - pokračování



Amorfní jílové minerály

- Skupina allofanu
 - allofan
 - hisingerit

Smíšené struktury

- Slídy – vermikulit
 - Slídy – montmorillonit
 - Slídy – chlorit
-

Pedologické významné vlastnosti jílových minerálů

- Sorpce, výměna iontů
- Vododržnost
- Bobtnání a smršťování

Povrchová plocha jílových minerálů
(m²/g)

| | |
|----------------------------|-----------|
| Montmorillonit | 600 – 800 |
| Kaolinit | 30 |
| Illit | 50 – 100 |
| Bobtnavé smíšené struktury | cca 300 |

Objemové změny bobtnavých
jílových minerálů (%)

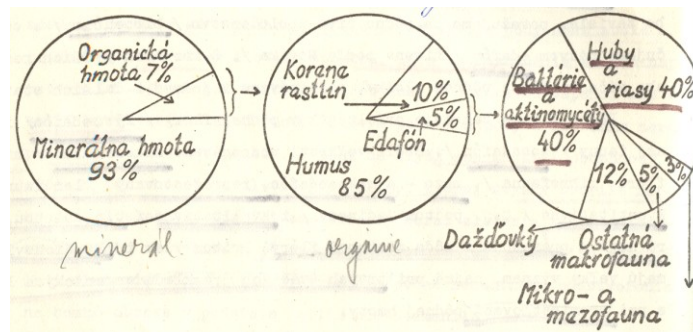
| | |
|---|-------------|
| Ca – montmorillonitové jíly | 45 - 145 |
| Na – montmorillonitové jíly (smektity) | 1400 - 1600 |
| Illitové jíly | 15 - 120 |

Tvorba jílových minerálů v půdách

- Přestavba krystalové mřížky vrstevnatých silikátů
 - Syntéza z iontů a koloidů vzniklých rozkladem silikátů
 - Zdědění jílových minerálů z matečné horniny
 - Přeměna jednoho jílového minerálu ve druhý
-
- Půdní jíl obvykle obsahuje asociaci 2 – 6 jílových minerálů.
-

3. Organický podíl půdy

- Organický podíl půdy zahrnuje:
 - živé organizmy – půdní flóra a fauna (EDAFON) + kořenový systém vegetace (RHIZOSFÉRA)
 - neživou organickou hmotu (HUMUS)



- Třídění edafonu podle velikosti:
 - Mikroedafon: < 0,1 mm (mikroflóra a mikrofauna)
 - Mezoedafon: 0,1 mm – 1 cm (pouze fauna)
 - Makroedafon: > 1 cm (pouze fauna)

Ekologické faktory půdní bioty

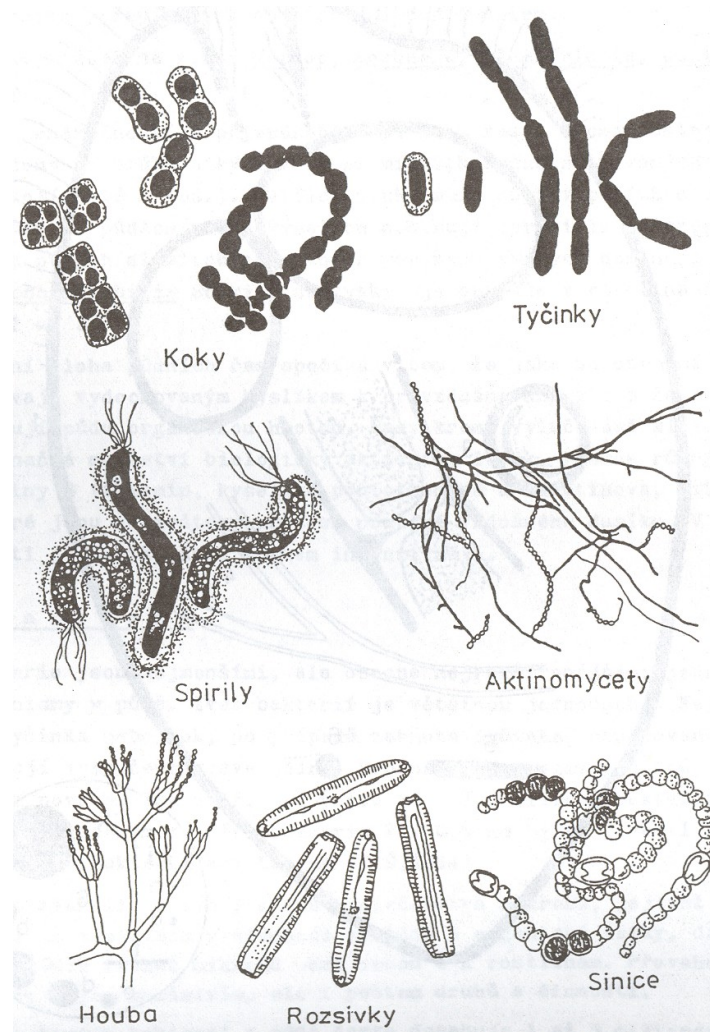
- Póry
 - Teplota
 - Vlhkost
 - Složení půdního vzduchu (obsah O_2 a CO_2)
 - Světlo
 - Chemické prostředí (obsah živin, reakce, obsah solí)
 - Vegetační kryt
-

Funkční skupiny edafonu

- Funkční skupiny půdních organizmů:
 - producenti
 - konzumenti
 - rozkladači (dekompozitoři)
-

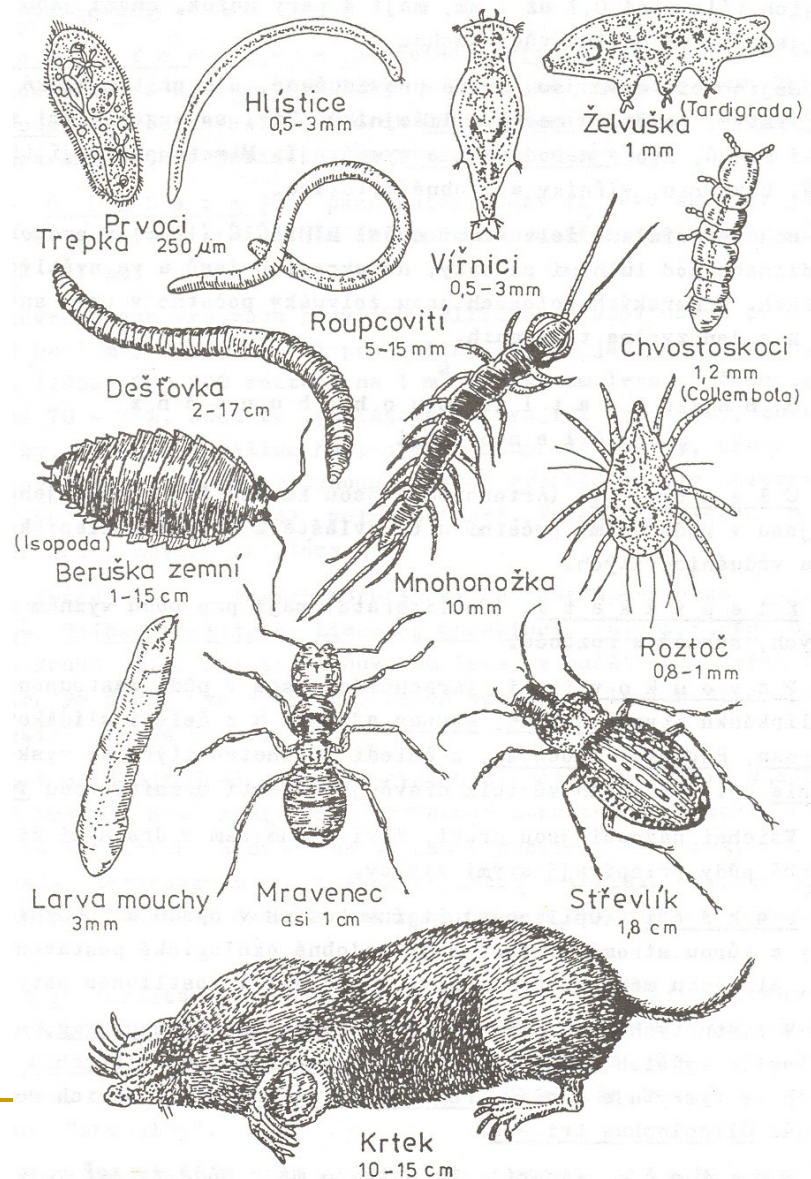
Rostlinné organizmy - fytoedafon

- Baktérie
- Aktinomycety
- Houby
- Sinice, řasy
- Lišejníky



Živočišné organizmy - zooedafon

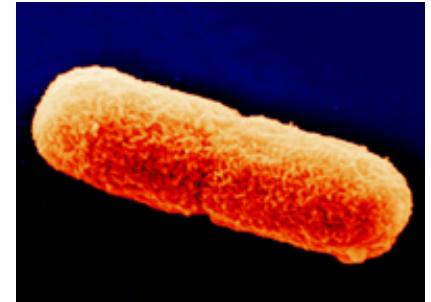
- Mikrofauna (< 0,1 mm)
 - Prvoci (Protozoa)
 - Bičíkovci (Flagellata)
 - Kořenonožci (Rhizopoda)
 - Nálevníci (Ciliata)
- Mezofauna (0,1 mm – 1 cm)
 - Členovci (Arthropoda)
 - Roztoči (Acari)
 - Chvostoscoci (Collembola)
 - Hlístice („hádátka“; Nematoda)
- Makrofauna (> 1 cm)
 - Žížaly (Lumbricidae)
 - Roupice (Enchytraeidae)
 - Členovci (Arthropoda)
 - Plži (Gastropoda)



Členění půdních mikroorganismů podle účasti v koloběhu prvků

■ Mikroorganizmy koloběhu dusíku

- nitrogenní (např. *Bacillus amylobacter*; *Bacterium radicicola*)
- amonizační a hnilobné
- nitrifikační
- denitrifikační



Azotobacter chroococcum

■ Mikroorganizmy koloběhu uhlíku

■ Mikroorganizmy koloběhu minerálních sloučenin

Neživá organická složka půdy (humus)

- Procesy přeměny organických látek v půdě
 - mineralizace
 - humifikace – vznik *humusu*
 - rašelinění



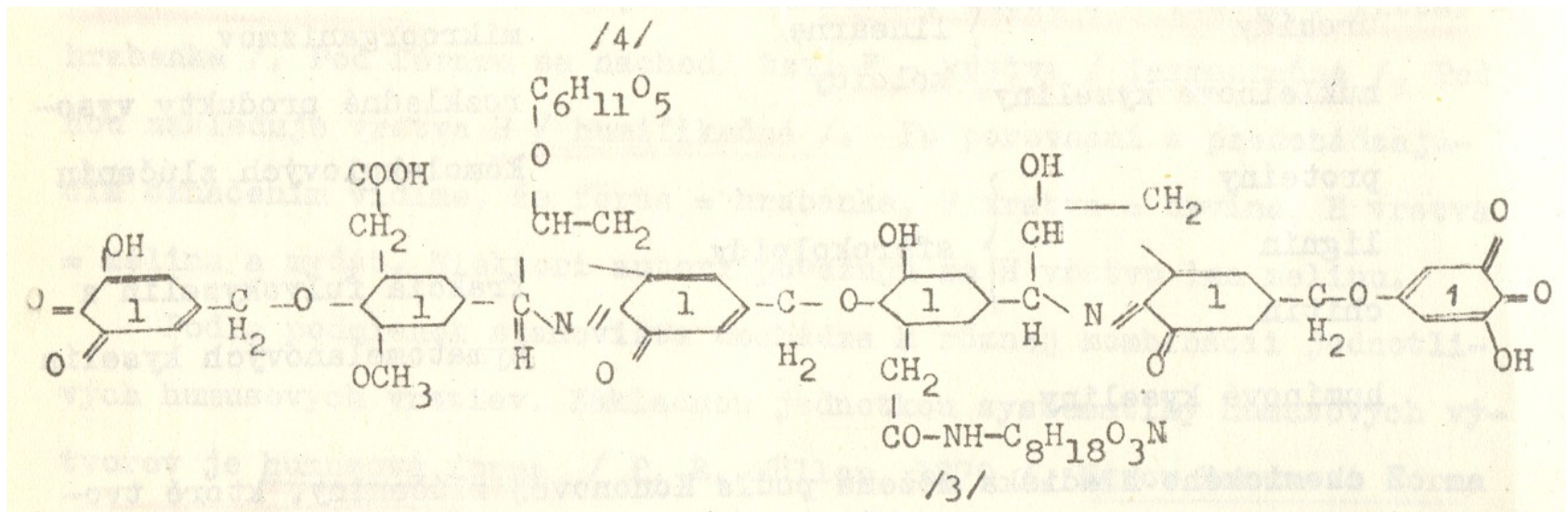
Názvosloví humusu

- Celkový humus:
 - Povrchový humus
 - Vlastní (půdní) humus
 - Povrchový humus:
 - Opad (förrna, litter), L-vrstva
 - Drť (fermentační vrstva), F-vrstva
 - Měl (humifikační vrstva), H-vrstva
 - Prst' (mydát) = měl promíchaný s minerálními částicemi.
-

Třídění humusu podle látkového složení

- **Nespecifické sloučeniny**
 - Např.: uhlovodíky, sacharidy, mastné kyseliny, alkoholy, aldehydy, étery, živice, bílkoviny, aminokyseliny
- **Specifické sloučeniny (huminové látky)**
 - Fulvové kyseliny (fulvokyseliny; + soli: fulváty)
 - Huminové kyseliny (+ soli: humáty)
 - Huminy

Příklad stavby molekuly huminové kyseliny



Význam humusu pro půdu

- Význam pro půdní fyziku
 - Chemicko-biologický význam
 - Fyziologický význam
-

4. Půdní voda

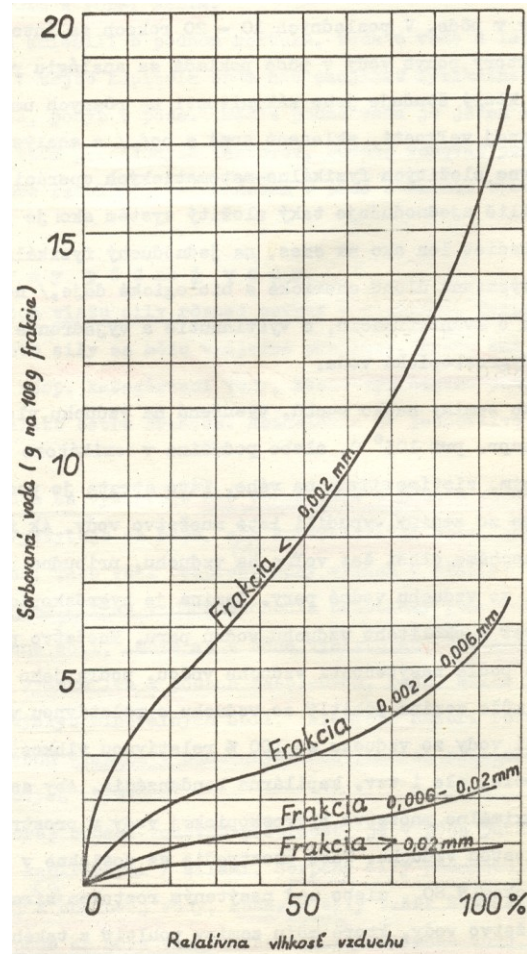
- Síly působící na vodu v půdě:
 - Sorpční síly – hygroskopická, obalová voda
 - Kohezní síly – kapilární voda
 - Gravitace – gravitační voda
-

Hydrologické konstanty půdní vody

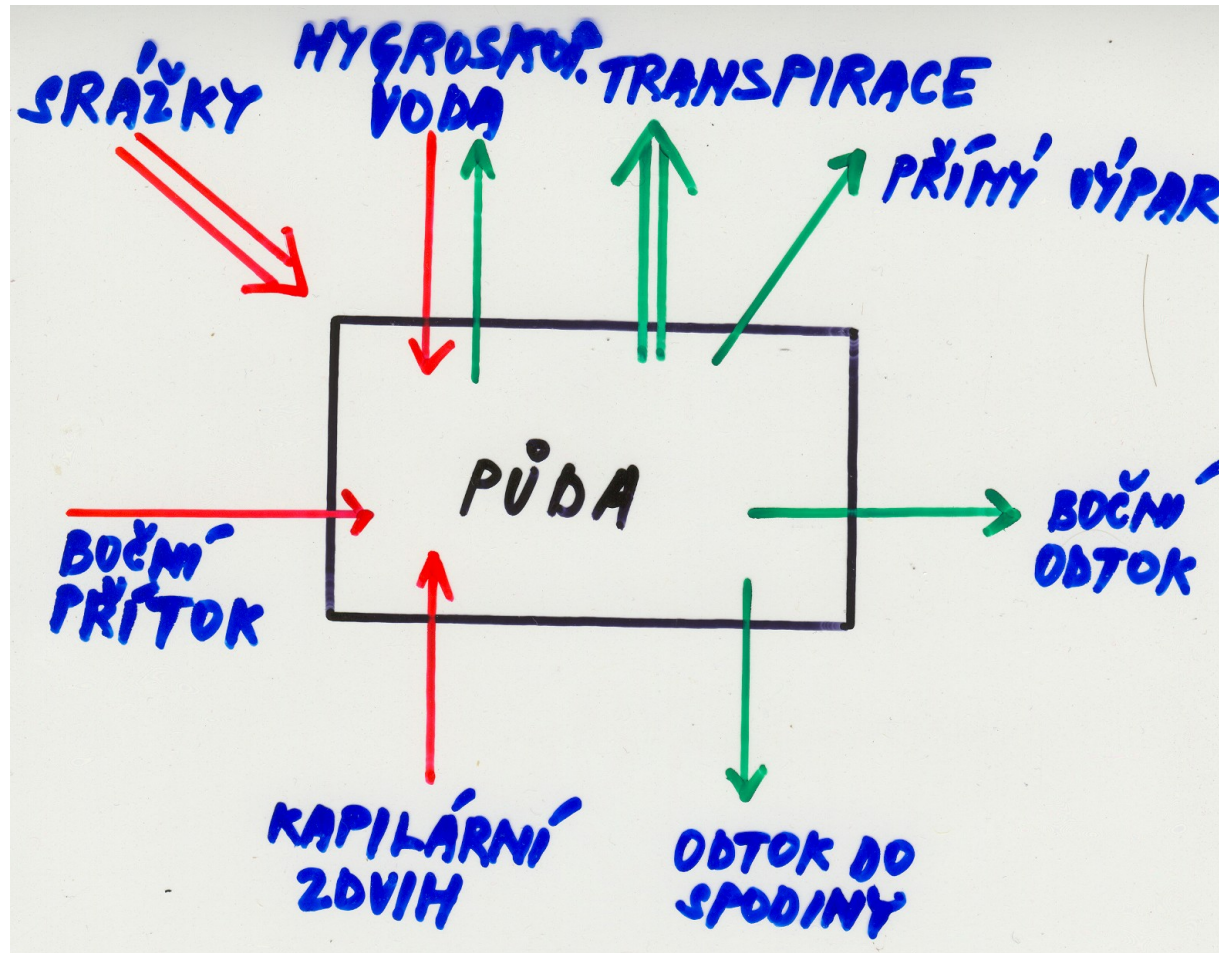
- Plná vodní kapacita
 - Kapilární kapacita
 - Maximální hygroskopičnost

 - Kapilární voda – výpočet výšky kapilárního zdvihu
 - $H = 15/r$
 - H ... výška kapilárního zdvihu
 - 15 ... kapilární vodní konstanta (závislá na teplotě)
 - r ... poloměr kapiláry
-

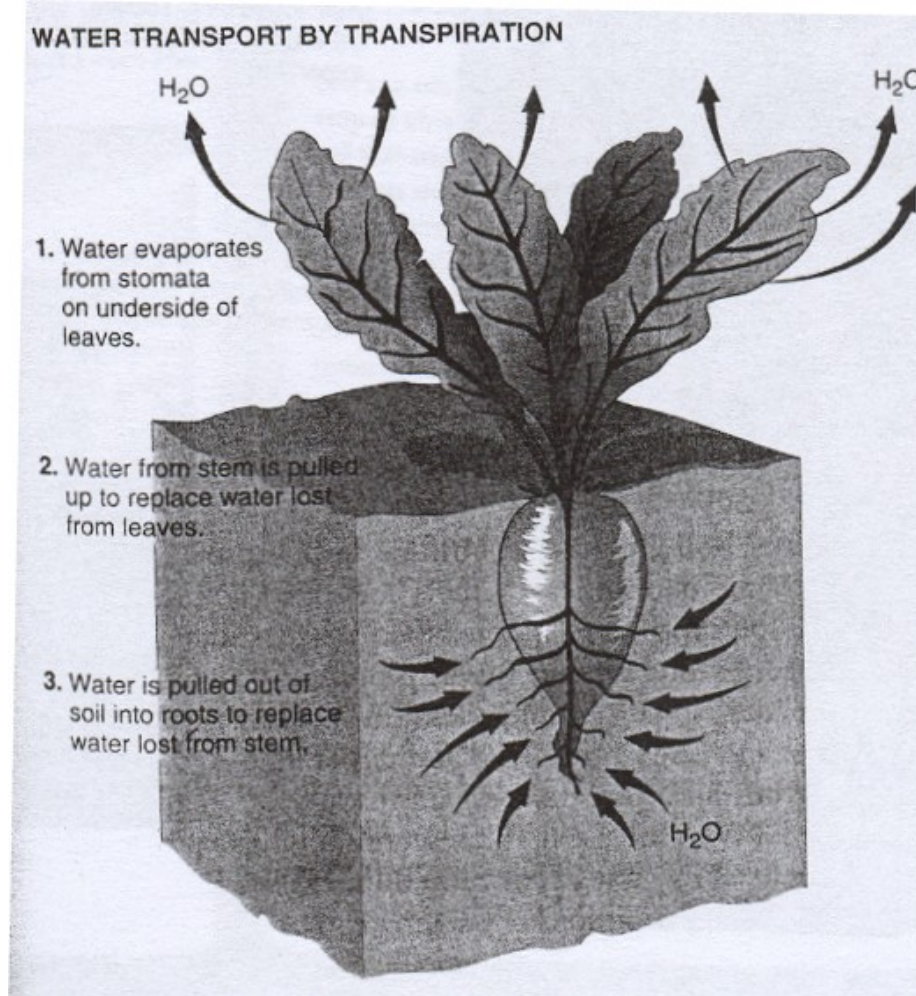
Vztah mezi hygroskopickou vodou – texturou – vlhkostí vzduchu



Zdroje a ztráty půdní vody



Ztráta půdní vody transpirací



5. Půdní vzduch

- Složení půdní atmosféry:
 - Kyslík
 - obsah: 18 – 20%
 - obsah 10% = počátek redukčních pochodů, obsah 5% = ustává růst kořenů
 - Spotřeba O₂ v půdě:
 - chemické a biochemické reakce
 - oxidace minerálních a organických sloučenin
 - dýchání kořenů
 - aerobní organizmy
 - Oxid uhličitý
 - Obsah: 0,3%
 - Dusík
 - Vodní pára
 - 100% vlhkost vzduchu